

**PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH SERBUK MARMER
TERHADAP PENUAAN CAMPURAN ASPAL BETON LAPIS
AUS (AC-WC)**

SKRIPSI

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T)



Disusun Oleh:
NADIRA FARSYA
3336200128

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
TAHUN 2024

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya sebagai penulis Skripsi berikut:

Judul : Pengaruh Penggunaan Limbah Serbuk Marmer Terhadap
Penuaan Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC)
Nama Mahasiswa : Nadira Farsya
NPM : 3336200128
Fakultas/Jurusan : Teknik / Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi tersebut di atas adalah benar-benar hasil karya asli saya dan tidak memuat hasil karya orang lain, kecuali dinyatakan melalui rujukan yang benar dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari ditemukan hal-hal yang menunjukkan bahwa sebagian atau seluruh karya ini bukan karya saya, maka saya bersedia dituntut melalui hukum yang berlaku. Saya juga bersedia menanggung segala akibat hukum yang timbul dari pernyataan yang secara sadar dan sengaja saya nyatakan melalui lembar ini.

Cilegon, 20 Juli 2024



Nadira Farsya
3336200128

SKRIPSI
PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH SERBUK MARMER
TERHADAP PENUAAN CAMPURAN ASPAL BETON LAPIS
AUS (AC-WC)

Dipersiapkan dan disusun oleh:

NADIRA FARSYA/3336200128

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada Tanggal: 17 Juli 2024

Susunan Dewan Penguji

Dosen Pembimbing I


Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T
NIP. 198212062010122001

Dosen Pembimbing II


Rama Indera Kusuma, S.T., M.T
NIP. 198108222006041001

Dosen Penguji I


Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.
NIP. 198601242014042001

Dosen Penguji II


Woelandari Fathonah, S.T., MT
NIP. 199012292019032021

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan

Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal: 17 Juli 2024

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil


Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T
NIP. 198212062010122001



PRAKATA

Puji syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh derajat kesarjanaan Strata-1 pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten.

Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Ibu Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T dan bapak Rama Indera Kusuma., S.T., M.T selaku dosen pembimbing I dan II.
- 2) Ibu Dwi Esti Intari, S.T.,M.Sc. dan Ibu Woelandari Fathonah, S.T., MT selaku dosen penguji I dan II.
- 3) Ibu Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- 4) Ibu Woelandari Fathonah, S.T., MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- 5) Orang tua tercinta, kakak, serta teman-teman yang telah memberikan dorongan dan masukan kepada penyusun.

Akhir kata semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa pada umumnya dan penyusun pada khususnya.

Cilegon, 12 Juli 2024

Penulis

PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH SERBUK MARMER TERHADAP PENUAAN CAMPURAN ASPAL BETON LAPIS AUS (AC-WC)

Nadira Farsya

INTISARI

Perkerasan aspal menghadapi efek penuaan menyeluruh akibat beban kendaraan dan lingkungan alam (seperti suhu, oksidasi, cahaya, air hujan). Karena proses penuaan aspal dan mengalami serangkaian perubahan fisik dan kimia, aspal dapat menjadi lebih keras dan rapuh. *Filler* pada lapis AC-WC bisa menggunakan material alternatif, dilihat dari kandungan CaO pada serbuk marmer memiliki potensi sebagai bahan pengisi pada campuran lapis aus permukaan aspal beton. Penelitian ini membahas tentang penuaan pada campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) yang menggunakan pengganti *filler* limbah serbuk marmer yang lolos saringan No. 200, bertujuan untuk mengetahui karakteristik agregat, aspal, dan filler serbuk marmer dan mengetahui pengaruh penambahan serbuk marmer sebagai filler dalam campuran aspal (AC-WC) terhadap penuaan jangka pendek (STOA) dan penuaan jangka panjang (LTOA).

Pengujian dilakukan dengan metode pengujian *marshall* menggunakan variasi nilai KAO (Kadar Aspal Optimum) sebesar 6,25% dengan kadar serbuk marmer 0%, KAO 5,75% dengan kadar serbuk marmer 1%, KAO 5,50% dengan kadar serbuk marmer 2 %, dan KAO 5,50% dengan kadar serbuk marmer 3%. Dan melalui pengujian STOA dan LTOA. Pembuatan benda uji STOA dilakukan dengan memasukkan benda uji ke dalam oven selama 4 jam dengan suhu 135 °C, sedangkan pembuatan benda uji LTOA dilakukan dengan memasukkan benda uji ke dalam oven selama 120 jam dengan suhu 85 °C.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan serbuk marmer pada campuran aspal beton dapat membuat nilai VIM mengecil yang menandakan campuran menjadi lebih kedap udara (tetapi masih sesuai spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 yaitu rentang 3% - 5%, sehingga membuat nilai stabilitas meningkat. Hal itu dikarenakan serbuk marmer memiliki kandungan kimia kalsium oksida (CaO) yang membuat ikatan antar agregat menjadi lebih baik. Hal tersebut membuat campuran aspal beton yang mengalami penuaan tidak mengalami penurunan stabilitas yang besar.

Kata Kunci : limbah serbuk marmer, STOA, LTOA, KAO, uji *Marshall*.

THE EFFECT OF USE OF MARBLE POWDER WASTE ON THE AGING OF WEAR-COATED ASPHALT CONCRETE MIXTURE (AC-WC)

Nadira Farsya

ABSTRACT

Asphalt pavement faces comprehensive aging effects due to vehicle loads and natural environment (such as temperature, oxidation, light, rainwater). Due to the aging process of asphalt and undergoing a series of physical and chemical changes, asphalt can become harder and brittle. Filler in the AC-WC layer can use alternative materials, judging from the CaO content in marble powder has the potential as a filler in the asphalt concrete surface wear layer mixture. This research discusses the aging of asphalt concrete wear layer (AC-WC) mixtures that use marble powder waste filler substitutes that pass sieve No. 200, aiming to determine the characteristics of aggregate, asphalt, and marble powder filler and determine the effect of the addition of marble powder as filler in asphalt mixtures (AC-WC) on short-term aging (STOA) and long-term aging (LTOA).

Tests were carried out using the marshall testing method using variations in KAO (Optimum Asphalt Content) values of 6.25% with 0% marble powder content, KAO 5.75% with 1% marble powder content, KAO 5.50% with 2% marble powder content, and KAO 5.50% with 3% marble powder content. And through STOA and LTOA testing. The STOA test specimens were made by putting the specimens into the oven for 4 hours at 135°C, while the LTOA test specimens were made by putting the specimens into the oven for 120 hours at 85°C.

The results showed that the use of marble powder in asphalt concrete mixtures can make the VIM value smaller, which indicates that the mixture becomes more airtight (but still according to the General Specifications of Bina Marga 2018 Revision 2, which is in the range of 3% - 5%, thus making the stability value increase. That is because marble powder has a chemical content of calcium oxide (CaO) which makes the bond between aggregates better. This makes the aging asphalt concrete mixture not experience a large decrease in stability.

Keyword : waste marble powder, STOA, LTOA, KAO, Marshall test.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PRAKATA.....	iv
INTISARI	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR ISTILAH	xiv

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Keaslian Penelitian	4

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu yang Relevan.....	5
2.1.1 Pemanfaatan Limbah Serbuk Marmer Sebagai Pengganti Filler Pada Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC).....	5
2.1.2 Perkerasan Campuran Aspal AC-WC Terhadap Sifat Penuaan Aspal...	5
2.1.3 Pengaruh Penuaan Aspal Pada Karakteristik Campuran Beton Aspal Lapis Aus AC – WC.....	6
2.1.4 Pengaruh Jenis Aspal Terhadap Karakteristik Laboratorium Aspalth Concrete-Wearing Course Akibat Proses Penuaan	7
2.2 Keterkaitan Penelitian	12

BAB 3 LANDASAN TEORI

3.1 Perkerasan Jalan	13
3.2 Jenis Konstruksi Perkerasan Jalan	13
3.2.1 Lapisan Perkerasan Lentur (Flexible Pavement).....	14
3.2.2 Jenis Campuran Beraspal Panas	15
3.3 Karakteristik Campuran Beraspal.....	16
3.4 Material Penyusun Perkerasan	18
3.4.1 Aspal	18
3.4.2 Agregat.....	19
3.4.3 Filler	20
3.5 Serbuk Marmer	21
3.6 Penuaan Aspal	21
3.7 Metode <i>Marshall</i>	22

BAB 4 METODE PENELITIAN

4.1 Prosedur Penelitian	25
4.1.1 Studi Literatur.....	27
4.1.2 Persiapan Aspal	27
4.1.3 Persiapan Agregat.....	28
4.1.4 Perencanaan Gradasi Agregat.....	29
4.1.5 Persiapan Serbuk Marmer	30
4.1.6 Metode Pembuatan Benda Uji.....	31
4.2 Bahan atau Materi	33
4.3 Alat atau Instrumen.....	33
4.4 Variabel Penelitian.....	34
4.5 Analisa Data.....	34

BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Material.....	35
5.1.1 Analisis Karakteristik Agregat	35
5.1.2 Analisa Karakteristik Marmer.....	38
5.1.3 Analisis Karakteristik Aspal.....	39
5.2 Rencana Campuran Aspal beton	45

5.2.1 Proporsi Agregat Campuran Aspal Beton	45
5.2.2 Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO)	46
5.2.3 Kebutuhan Berat Agregat Untuk Campuran Beraspal	48
5.2.4 Pembuatan Benda Uji Campuran Beraspal Dengan Pengganti <i>Filler</i> Serbuk Marmer	48
5.2.5 Analisis Sifat Volumetrik Campuran Beraspal	49
5.3 Analisis Karakteristik Campuran Aspal Beton	50
5.3.1 Analisis Data Pengujian Terhadap Karakteristik Marshall Pada Kondisi STOA dan LTOA	50
5.3.2 Analisis Karakteristik Campuran Beraspal yang Sudah Mengalami Penuaan Terhadap Marshall Rendam	61
5.4 Analisis Serbuk Marmer Sebagai Bahan Tambah Filler Pada Penuaan Campuran	63

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan.....	65
6.2 Saran	65

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan adalah salah satu jenis infrastruktur transportasi darat, yang mengacu pada seluruh bagian jalan, termasuk bagian yang di atas permukaan tanah, pada permukaan tanah, bawah tanah, dan perairan, termasuk bangunan pelengkap yang berkaitan dengan transportasi (UU RI No 22 Tahun 2009). Jalan harus dirancang dan dibangun dengan kemampuan untuk menanggung beban lalu lintas yang melintasinya, sambil memberikan kenyamanan dan keamanan bagi pengguna jalan. Selain itu aspal harus memiliki umur panjang atau tahan terhadap penuaan.

Menurut (Sukirman, 1992) lapisan aspal beton terdiri dari 3 lapis, yaitu AC-WC, AC-BC, dan AC-Base. Lapisan AC-WC merupakan lapisan yang paling rentan terhadap kerusakan akibat beban kendaraan yang berulang-ulang dan paparan berbagai cuaca. Hal itu dikarenakan lapis AC-WC merupakan lapisan yang berada di susunan paling atas. Lapisan AC-WC dapat meningkatkan daya tahan perkerasan sehingga secara keseluruhan dapat meningkatkan masa pelayanan dari konstruksi perkerasan (Bina Marga, 2007). Peningkatan mutu perkerasan jalan dilakukan dengan menambahkan sejumlah bahan tambah ke dalam campuran aspal beton, atau mengganti spesifikasi bahan aspal maupun agregat kasar, agregat halus dan filler.

Menurut (Mashuri, 2010) aspal merupakan material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai semi padat yang juga berfungsi untuk mengikat agregat bersama-sama dalam campuran. Aspal adalah komponen utama yang memberikan sifat kohesi pada campuran aspal dan memberikan ketahanan terhadap air. *Filler* adalah material halus yang lolos saringan no. 200 dan digunakan untuk mengisi celah antara agregat dalam campuran aspal beton sehingga dapat meningkatkan ketahanan dan kepadatan campuran aspal beton serta meningkatkan stabilitas campuran aspal beton (Bina Marga, 2018). Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan serta jika diuji dengan penyaringan sesuai SNI ASTM C136-2012 bahan harus lolos saringan no. 200 tidak kurang dari 75%

terhadap beratnya. Persentase penggunaan *filler* untuk bahan semen harus dalam rentang 1% - 2% terhadap berat total agregat sedangkan untuk bahan *filler* lainnya harus dalam rentang 1% - 3% terhadap berat total agregat (Bina Marga, 2020).

Filler pada lapis aspal beton AC-WC bisa menggunakan beberapa alternatif material. Salah satunya adalah limbah serbuk marmer, yang diperoleh dari proses pekerjaan pemotongan batu marmer yang menghasilkan limbah berupa serbuk halus (Utomo et al., 2021). Salah satu penghasil marmer terbesar di Indonesia berada di Tulungagung. Limbah serbuk marmer belum dimanfaatkan secara maksimal dan merugikan masyarakat. Serbuk yang tidak terpakai dapat membuat polusi udara yang mengotori lingkungan sekitar dan juga dapat menyebabkan gangguan pernapasan dan kulit. Limbah serbuk marmer memiliki sifat fisik berwarna putih dan mengandung kapur (CaO) yang dapat merusak tanah karena kandungan CaO dari limbah serbuk marmer bersifat panas. Dilihat dari potensinya, Serbuk marmer dapat digunakan sebagai bahan pengisi pada campuran lapis aspal permukaan aspal beton.

Seiring berjalannya waktu, kinerja perkerasan jalan akan mengalami penurunan karena mengalami penuaan. Perkerasan aspal menghadapi efek penuaan menyeluruh akibat beban kendaraan dan lingkungan alam (seperti suhu, oksidasi, cahaya, air hujan). Karena proses penuaan aspal dan mengalami serangkaian perubahan fisik dan kimia, aspal dapat menjadi lebih keras dan rapuh. Selain itu, kerusakan aspal dapat berdampak langsung pada masa pakai permukaan jalan. Faktor-faktor yang mempengaruhi penuaan pada perkerasan meliputi, penguapan fraksi minyak ringan yang terkandung pada aspal dan oksidasi penuaan jangka pendek (STOA) dan oksidasi yang progresif serta beban lalu lintas pada penuaan jangka panjang (LTOA) (Setiawan, 2014).

Berdasarkan penelitian (Kurniawan, M.I., 2023) Penggunaan serbuk marmer sebagai bahan pengisi dapat meningkatkan nilai stabilitas pada campuran, sehingga campuran ini lebih tahan lama terhadap beban lalu lintas dan juga menjadi lebih kuat. Dikatakan juga bahwa kandungan Kalsium Oksida (CaO) yang tinggi pada

serbuk marmer hampir sama dengan semen yang dapat meningkatkan kekakuan pada campuran aspal.

Berdasarkan hasil penelitian (Kurniawan, M.I., 2023) dan pemaparan di atas, penulis ingin melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui penuaan campuran laston dengan persentase serbuk marmer 0 %, 1 %, 2 % dan 3 % dengan menggunakan nilai KAO 6,25 %, 5,75 %, 5,50% dan 5,50 %.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, maka permasalahan pada penelitian ini adalah :

- a. Bagaimana karakteristik material agregat, aspal dan *filler* serbuk marmer?
- b. Bagaimana pengaruh penambahan serbuk marmer sebagai *filler* dalam campuran aspal beton (AC-WC) terhadap penuaan jangka pendek (STOA) dan penuaan jangka panjang (LTOA) dengan metode *Marshall Test*?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian dari tugas akhir ini memiliki tujuan untuk :

- a. Untuk mengetahui karakteristik agregat, aspal, dan *filler* serbuk marmer.
- b. Untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk marmer sebagai *filler* dalam campuran aspal beton (AC-WC) terhadap penuaan jangka pendek (STOA) dan penuaan jangka panjang (LTOA) dengan metode *Marshall Test*.

1.4 Batasan Penelitian

Agar penelitian lebih fokus, berikut adalah batasan-batasan penelitian:

- a. Standar pengujian karakteristik material agregat dan aspal yang digunakan adalah Spesifikasi Umum Campuran Beraspal Panas (Kementerian Pekerjaan Umum Tahun 2018), Standar Nasional Indonesia (SNI).
- b. Standar Pengujian penuaan menggunakan metode jangka pendek sesuai standar AASHTO R30 untuk memberikan simulasi pengaruh temperatur sedangkan pengujian perendaman air mengikuti standar RSNI M-01-2003 untuk memberikan simulasi pengaruh kelembaban.
- c. Lapisan yang di jadikan penelitian adalah lapis aspal panas *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC).
- d. Aspal yang digunakan adalah aspal dengan penetrasi 60/70.

- e. Bahan yang digunakan untuk *filler* adalah serbuk marmer yang lolos saringan No. 200 dengan persentase 0 %, 1 %, 2 % dan 3 %.
- f. Limbah serbuk marmer yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Tulungagung, Jawa Timur dan tidak membedakan jenis batu marmernya.
- g. Nilai KAO yang digunakan adalah 6,25 %, 5,75 %, 5,50% dan 5,50 % yang didapat dari penelitian terdahulu, yaitu penelitian Muhammad Indra Kurniawan (2023).
- h. Metode untuk pengujian penuaan jangka panjang dan penuaan jangka pendek adalah dengan *Marshall Test*.
- i. Penelitian dan pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini mempunyai manfaat sebagai berikut :

- a. Mengetahui lebih baik daya tahan lapisan aspal beton yang menggunakan pengganti *filler* serbuk marmer.
- b. Diharapkan penelitian ini dapat membantu mengidentifikasi tentang penggunaan serbuk marmer sebagai pengisi dalam campuran aspal (AC-WC).

1.6 Keaslian Penelitian

Penelitian ini yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Limbah Serbuk Marmer Terhadap Penuaan Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC)” merupakan lanjutan dari penelitian sebelumnya yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Serbuk Marmer Sebagai Pengganti *Filler* Pada Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC)” yang disusun oleh Muhammad Indra Kurniawan pada tahun 2023. Penelitian ini benar-benar asli dan tidak ada unsur plagiat.

DAFTAR PUSTAKA

- Kurniawan, M. I. (2023). *PEMANFAATAN LIMBAH SERBUK MARMER SEBAGAI PENGANTI FILLER PADA ASPAL BETON LAPIS AUS (AC-WC)* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA).
- Marga, D. J. B. (2020). *SPESIFIKASI UMUM 2018 UNTUK PEKERJAAN JALAN DAN JEMBATAN (REVISI 2)*.
- Syafaruddin, A. S., & Azwansyah, H. PERKERASAN CAMPURAN ASPAL AC-WC TERHADAP SIFAT PENUAAN ASPAL. *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 5(2).
- DOE, H. M. K. (2020). *PENGARUH PENUAAN ASPAL PADA KARAKTERISTIK CAMPURAN BETON ASPAL LAPIS AUS (AC-WC)* (Doctoral dissertation, Universitas Tadulako).
- Mashuri, M., Rahman, R., & Basri, H. (2011). Studi Pengaruh Penambahan ROADCEL-50 Terhadap Karakteristik Campuran Lapis Tipis Beton Aspal (HRS-WC). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Transportasi*, 1(1).
- Susanto, H. A., Aulia, R., Indriyati, E. W., & Sugiyanto, G. (2022). PENGARUH JENIS ASPAL TERHADAP KARAKTERISTIK LABORATORIUM ASPHALT CONCRETE-WEARING COURSE AKIBAT PROSES PENUAAN. *TEKNIK SIPIL*, 103.
- Saragi, Y. R., & Sinaga, A. J. (2021). Analisis Lapisan Aspal Beton (AC-BC) Dengan Penambahan Limbah Kaleng Minuman Ditinjau Dari Karakteristik Marshall Dan Uji Penetrasi. *Jurnal Construct*, 1(1), 49-58.
- Sari, K. N. I., Maliki, A., & Suharso, A. B. K. (2022). Pemanfaatan campuran limbah karet ban dengan filler abu kerang simping pada aspal beton. *axial: jurnal rekayasa dan manajemen konstruksi*, 10(1), 025-034.

Amal, A. S., & Saputra, W. (2019). Pemanfaatan Limbah Abu Marmer Sebagai Filler Terhadap Karakteristik Marshall Pada Campuran Lapis Tipis Aspal Pasir (Latasir) B. *Media Teknik Sipil*, 16(2), 67-78.

Utomo, A. P., Nindyapuspa, A., Primaningtyas, W. E., Rizal, M. C., & Lia, A. Y. R. (2021). ANALISIS LOGAM BERAT DALAM OLI BEKAS, LIMBAH SERBUK MARMER, DAN SEMEN PORTLAND SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN BATAKO. *Jurnal Teknologi Maritim p-ISSN*, 2620, 4916.

Kushartomo, W., & Sari, D. P. (2018). Sifat Mekanis Beton Normal dengan Campuran Tepung Marmer. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 24(1), 71-78.